



(11)

EP 1 050 338 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
08.11.2000 Patentblatt 2000/45

(51) Int. Cl.⁷: **B01J 4/04**, B01J 19/00,
B01J 19/18

(21) Anmeldenummer: 00109110.7

(22) Anmeldetag: 04.05.2000

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE
 Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 06.05.1999 DE 19920885

(71) Anmelder: DaimlerChrysler AG
70567 Stuttgart (DE)

**(72) Erfinder: Nitschke, Felix Dr.
81371 München (DE)**

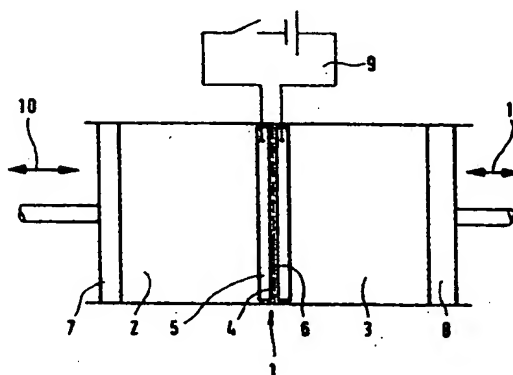
(54) **Chemischer Akteur.**

(57) Aufgabe der Erfindung ist es, einen chemischen Aktor mit hoher Steifigkeit, ausreichendem Hub und Arbeitsvermögen zu schaffen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Aktor (1) aus zwei aneinandergrenzenden Kammern (2,3) besteht, die beide mit demselben flüssigen Lösungsmittel gefüllt sind, daß die Konzentrationen von gelösten Stoffen in den einzelnen Kammern (2,3) elektrisch oder thermisch gesteuert veränderbar sind und daß die Innenräume der Kammern (2,3) durch eine semipermeable, für das Lösungsmittel durchlässige Membran (4) voneinander getrennt sind.

Die Erfindung findet Anwendung in einem Chemischer Aktor mit mindestens einer Kammer, in der eine druck-
erzeugende chemische Reaktion gesteuert abläuft und mindestens auf einen Kolben wirkt, an dem der
Aktor seine Arbeit verrichtet.

FIG. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen chemischen Aktor mit elektrischer oder thermischer Ansteuerung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Elektrochemische Aktoren - sogenannte ECAs - sind z.B. als pneumatisch wirkende Aktoren bekannt. Diese beruhen auf der Entwicklung von Wasserstoff durch die Elektrolyse eines alkalischen Elektrolyten. Wegen der hohen Kompressibilität des erzeugten Gases weisen diese ECAs zwangsläufig nur eine geringe Steifigkeit auf und ihre Fähigkeit Arbeit zu leisten ist deshalb ebenfalls nur gering. Wegen den vorgenannten Nachteilen können derartige ECAs nicht in aktive Streben von adaptiven Strukturen, wie z.B. in adaptiven Flugzeugtragflügeln, integriert werden.

[0003] Ebenfalls bekannt sind ECAs, deren aktorisches Prinzip auf der Volumensänderung von Festkörpern beruht, die z.B. durch Interkalationsreaktionen hervorgerufen werden. Mit derartigen ECAs kann prinzipiell viel Kraft bei geringem Hub erzielt werden. Die Nutzung dieser ECAs ist wegen des geringen Hubes auf wenige Spezialfälle begrenzt.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es, einen chemischen Aktor mit hoher Steifigkeit, ausreichendem Hub und Arbeitsvermögen zu schaffen.

[0005] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0006] Die Erfindung nutzt vorteilhaft die kontrollierte Erzeugung von osmotischem Druck zur Lösung der vorgenannten Aufgabe. Erfindungsgemäß wird dazu osmotischer Druck über eine elektrochemische oder eine thermische Steuerung der Konzentration von in Flüssigkeiten gelösten Stoffen beeinflusst.

[0007] Die erzeugten osmotischen Drücke können sehr hoch sein; z.B. erzeugt schon eine 1-molare Lösung gegenüber dem Druck in einem reinen Lösungsmittel einen osmotischen Druck von ca. 30 bar. Bei dissoziierten Salzen ist der osmotische Druck entsprechend den gebildeten x Ionen näherungsweise x -mal größer, als bei nicht-dissozierenden Verbindungen.

[0008] Die osmotische Druckdifferenz wird in zwei durch eine semipermeable Membran getrennten, mediengefüllten Räumen erzeugt, von denen mindestens einer mit einem Kolben abgeschlossen ist, an dem der Aktor seine Arbeit verrichtet. Der Verfahrensweg der Kolben- und damit der Hub des Aktors - ist beliebig groß, da erst bei einer unendlichen Verdünnung ein Druckausgleich eintritt und die osmotische Druckdifferenz durch die Einspeisung von elektrischer oder thermischer Energie stets wieder hergestellt werden kann.

[0009] Von weiterem Vorteil ist die Eigenschaft des erfindungsgemäßen Aktors, daß er bei einer Unterbrechung seiner elektrischen oder thermischen Ansteuerung auf einer angefahrenen Position beliebig lange ohne Energieaufwand halten läßt.

[0010] Das spezifische Arbeitsvermögen eines erfindungsgemäßen Aktors beträgt bezogen auf das Arbeitsmedium z.B. 1 kJ/l bei einem osmotischen Druck von nur 10 bar. Bei Wasser als Arbeitsmedium wäre dies ein Wert von 1 kJ/kg. Ein menschlicher Muskel hat nur ein Arbeitsvermögen von ca. 0,3 kJ/l; bei elektromagnetischen und piezoelektrischen Aktoren ist das spezifische Arbeitsvermögen noch deutlich kleiner als der letztgenannte Wert.

[0011] Anhand der Zeichnung wird nachstehend ein Ausführungsbeispiel der Erfindung näher beschrieben.

[0012] Der in der Figur (Fig.) im Prinzip gezeigte Aktor 1 besteht aus zwei Kammern 2,3, einer Membran 4, zwei Elektroden 5,6, zwei Kolben 7,8 und einer Stromquelle 9.

[0013] In der Kammer 2 befindet sich als Lösungsmittel beispielsweise reines Wasser sowie Jod in elementarer Form. Das elementare Jod liegt vorzugsweise gebunden vor, z.B. als interkaliertes Element in der aus Graphit bestehenden Elektrode 5; es kann jedoch freier auch in kristalliner Form auf einer Elektrode vorliegen. Das reine Wasser weist somit einen niedrigen osmotischen Druck auf.

[0014] In der Kammer 3 befinden sich eine wässrige Lösung von Jodwasserstoffsäure und die Elektrode 6, die ebenfalls aus Graphit aufgebaut ist, jedoch kein Jod enthält. Das Wasser in Kammer 3 weist einen osmotischen Druck näherungsweise proportional der doppelten Konzentration der Jodwasserstoffsäure auf, die sehr gut wasserlöslich ist und einen hohen Dissoziationsgrad aufweist.

[0015] Die Innenräume der beiden aneinandergrenzenden Kammern 2,3 sind über die Membran 4 miteinander verbunden, die protonenleitfähig und semipermeabel ist. Im Ausführungsbeispiel wird als Membran 4 das Produkt Nafion der Firma Dupont verwendet. Es können anstelle von einer Membran auch zwei parallelgeschaltete Membranen verwendet werden, von denen eine protonenleitfähig und die andere semipermeabel ist. Die vorangehend vorgeschlagene Membran 4 läßt nur das Wasser und die Protonen durch; jedoch nicht gelöste Jodidionen. Sie ist mechanisch so unterstützt, daß sie Drücke von einigen 10 bar aushält. Diese Unterstützung wird von den beidseitig zur Membran 4 benachbart angeordneten Elektroden 5 und 6 ausgeübt. Die Elektroden 5 und 6 sind porös ausgebildet, damit ein für den Aktor erforderlicher Lösungsmittel- und Protonentransport über sie in die Kammern 2 und 3 hinein stattfinden kann.

[0016] Die beiden Elektroden 5 und 6 sind an eine Stromquelle 9 angeschlossen. Wird damit die Elektrode 5 auf ein negatives und die Elektrode 6 auf ein positives Potential gelegt, so wird an der Elektrode 5 aus dem elementaren Jod Jodid und an der Elektrode 6 aus dem gelösten Jodid Jod gebildet. Die Protonen, die aus Gründen der Ladungsneutralität für diesen Prozeß in Kammer 2 benötigt und in Kammer 3 freigegeben wer-

den, fließen über die Membran 4. Damit ist der elektrische Stromkreis geschlossen. Jodwasserstoffsäure wird damit quasi von Kammer 3 nach Kammer 2 "transportiert" verbunden mit einem Anstieg des osmotischen Druckes in Kammer 2. Wird die Stromquelle 9 mit entgegengesetzter Polarität an die Elektroden 5 und 6 angeschlossen, so erfolgt der "Transport" von Jodwasserstoffsäure in entgegengesetzter Richtung von Kammer 2 nach Kammer 3.

[0017] Damit der voranstehend beschriebene Aktor 1 Arbeit verrichten kann, muß mindestens eine der beiden Kammern 2,3 mit einem Kolben 7,8 abgeschlossen sein. Im Ausführungsbeispiel sind beide Kammern 2,3 mit je einem Kolben 7,8 abgeschlossen. Das Lösungsmittel Wasser strömt durch die Membran 4 entsprechend der von den osmotischen Drücken erzeugten Druckdifferenz und wirkt als Arbeitsmittel auf die Kolben 7 und 8 ein. Diese bewegen sich bei einer Erhöhung der Druckdifferenz entsprechend den Richtungspfeilen 10 und 11 gleichsinnig nach außen.

[0018] Der nutzbare Verfahrensweg ist beliebig groß, da erst bei einer unendlichen Verdünnung der Druckausgleich hergestellt ist und die osmotische Druckdifferenz elektrochemisch stets wieder hergestellt werden kann.

[0019] Durch eine Abschaltung der Stromquelle 9 läßt sich der elektrochemische Aktor 1 auf der angefahrenen Position beliebig lange ohne Energieaufwand halten.

[0020] Die erfindungsgemäße Lösung ist nicht wie voranstehend beschrieben auf das System Jodwasserstoffsäure mit einem Protonentransport über die Membran 4 und einer Abscheidung/Auflösung von Jod beschränkt. Sofern man über eine entsprechende Ionenaustauschermembran verfügt und entsprechende Elemente abscheiden kann, läßt sich das Prinzip übertragen, z.B. auf Zinkchlorid mit einem Transport von Chloridionen über eine geeignete Membran und der Abscheidung/Auflösung von Zink.

[0021] Das der erfindungsgemäßen Lösung zugrunde liegende Prinzip läßt sich in abgewandelter Form auf chemisch-wirkende Aktoren mit thermischer Ansteuerung übertragen. Eine der Kammern enthält bei dieser Ausführung eine übersättigte Lösung, z.B. eines Salzes, mit Bodensatz, dessen Löslichkeit und damit der osmotische Druck stark temperaturabhängig ist. Die Membran zu der anderen Kammer, die mit dem reinen Lösungsmittel gefüllt ist, kann in diesem Fall einfach gestaltet sein, da wegen des fehlenden Stromkreises kein Ionentransport über die Membran erfolgen muß. Ein elektrisch gesteuerter chemischer Aktor weist aber im Vergleich zu dem letztgenannten Ausführungsbeispiel eine bessere Regelbarkeit auf.

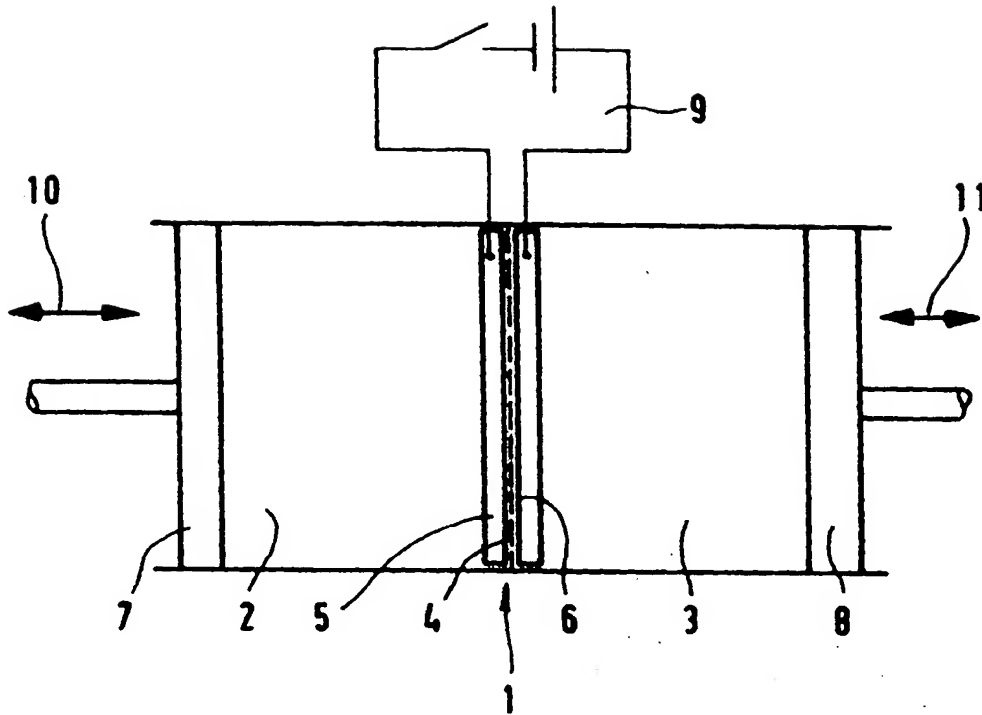
Patentansprüche

1. Chemischer Aktor mit mindestens einer Kammer, in der eine druckerzeugende chemische Reaktion

gesteuert abläuft und mindestens auf einen Kolben wirkt, an dem der Aktor seine Arbeit verrichtet, dadurch gekennzeichnet, daß der Aktor (1) aus zwei aneinandergrenzenden Kammern (2,3) besteht, die beide mit demselben flüssigen Lösungsmittel gefüllt sind, daß die Konzentrationen von gelösten Stoffen in den einzelnen Kammern (2,3) elektrisch oder thermisch gesteuert veränderbar sind und daß die Innenräume der Kammern (2,3) durch eine semipermeable, für das Lösungsmittel durchlässige Membran (4) voneinander getrennt sind.

2. Aktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sich in einer der Kammern (2,3) Wasser als Lösungsmittel und Jod in elementarer, gebundener Form befindet, daß die andere Kammer Jodwasserstoffsäure enthält, daß in jede Kammer (2,3) eine Elektrode (5,6) hineinragt, die von einer elektrischen Stromquelle (9) zur Beeinflussung der gelösten Jodkonzentrationen in den Kammern (2,3) gespeist sind und daß die semipermeable Membran (4) protonenleitfähig ist
3. Aktor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden (5,6) die Membran (4) beidseitig abstützen, aus Graphit bestehen und porös sind.
4. Aktor nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das elementare Jod interkaliert in der Elektrode (5) gebunden ist.
5. Aktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sich in den Kammern (2,3) ein Metallchlorid als Salz befindet, daß in jede Kammer (2,3) eine Elektrode (5,6) hineinragt, die von einer elektrischen Stromquelle (9) zur Beeinflussung der gelösten Metallkonzentration in den Kammern (2,3) gespeist sind und daß die Membran (4) Chloridionen leitet.
6. Aktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Kammer (2) eine übersättigte Lösung eines Salzes mit Bodensatz enthält, dessen Löslichkeit stark temperaturabhängig ist, daß die andere Kammer (3) reines Lösungsmittel enthält, daß eine steuerbare Wärmequelle zur Temperatursteuerung der Salzlösungen vorgesehen ist.

FIG.1



(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 050 338 A3

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(88) Veröffentlichungstag A3:
07.02.2001 Patentblatt 2001/06

(51) Int. Cl.⁷: **B01J 4/04**, B01J 19/00,
B01J 19/18

(43) Veröffentlichungstag A2:
08.11.2000 Patentblatt 2000/45

(21) Anmeldenummer: 00109110.7

(22) Anmeldetag: 04.05.2000

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 06.05.1999 DE 19920885

(71) Anmelder: DaimlerChrysler AG
70567 Stuttgart (DE)

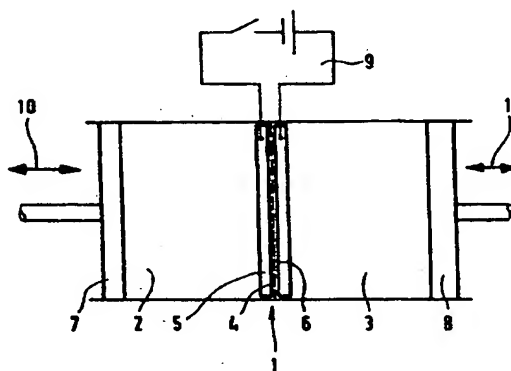
(72) Erfinder: Nitschke, Felix Dr.
81371 München (DE)

(54) Chemischer Aktor

(57) Aufgabe der Erfindung ist es, einen chemischen Aktor mit hoher Steifigkeit, ausreichendem Hub und Arbeitsvermögen zu schaffen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Aktor (1) aus zwei aneinandergrenzenden Kammern (2,3) besteht, die beide mit demselben flüssigen Lösungsmittel gefüllt sind, daß die Konzentrationen von gelösten Stoffen in den einzelnen Kammern (2,3) elektrisch oder thermisch gesteuert veränderbar sind und daß die Innenräume der Kammern (2,3) durch eine semipermeable, für das Lösungsmittel durchlässige Membran (4) voneinander getrennt sind.

Die Erfindung findet Anwendung in einem Chemischer Aktor mit mindestens einer Kammer, in der eine druck erzeugende chemische Reaktion gesteuert abläuft und mindestens auf einen Kolben wirkt, an dem der Aktor seine Arbeit verrichtet.

FIG.1**EP 1 050 338 A3**

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 00 10 9110

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

13-12-2000

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19707198 A	24-09-1998	AU 6721698 A	18-09-1998
		WO 9837959 A	03-09-1998
		EP 0964742 A	22-12-1999
		PL 335420 A	25-04-2000
GB 2250920 A	24-06-1992	AT 403884 B	25-06-1998
		AT 248891 A	15-11-1997
		AU 652199 B	18-08-1994
		AU 8972791 A	25-06-1992
		BE 1004788 A	26-01-1993
		CA 2057817 A	19-06-1992
		CH 686871 A	31-07-1996
		CS 9103877 A	15-07-1992
		DE 4141819 A	25-06-1992
		DK 201991 A	19-06-1992
		ES 2055649 A	16-08-1994
		FI 915904 A	19-06-1992
		FR 2670387 A	19-06-1992
		GR 91100481 A, B	23-11-1992
		HK 111895 A	14-07-1995
		IE 67181 B	06-03-1996
		IT 1252243 B	05-06-1995
		JP 3058738 B	04-07-2000
		JP 5200113 A	10-08-1993
		LU 88040 A	07-07-1992
		NL 9101964 A	16-07-1992
		NO 302686 B	14-04-1998
		NZ 240824 A	25-11-1994
		OA 9413 A	15-09-1992
		PT 99828 A, B	31-01-1994
		SE 503662 C	29-07-1996
		SE 9103717 A	19-06-1992
		RU 2098141 C	10-12-1997
		US 5279608 A	18-01-1994
		ZA 9109342 A	30-09-1992
US 4226695 A	07-10-1980	US 4288303 A	08-09-1981

EPO FORM P4481

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 00 10 9110

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	DE 197 07 198 A (SOELL PETER ;WILLUWEIT THOMAS (DE)) 24. September 1998 (1998-09-24) * Spalte 4, Zeile 69 - Spalte 5, Zeile 15; Abbildung 2 *	1-6	B01J4/04 B01J19/00 B01J19/18
A	GB 2 250 920 A (SCRAS) 24. Juni 1992 (1992-06-24) * Ansprüche 1-24; Abbildungen 7-10 *	1-6	
A	US 4 226 695 A (MATSON WAYNE R) 7. Oktober 1980 (1980-10-07) * Abbildung 1 *	1-6	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			B01J
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 13. Dezember 2000	Prüfer Willsher, C
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03/82 (P4/C33)